ISSN(Print) : 1738-7248, ISSN(Online) : 2287-7428
Korean J. Food Preserv.
26(3), 274-281 (2019)
https://doi.org/10.11002/kjfp.2019.26.3.274

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

The quality, antioxidant activity, and storage behavior of milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts

Ja-Yong Cho[1], Jae-Hee Jeong[2], Sang-Jun Park[2], Ji-Hoon Na[2], Cheol-Gyo Lee[2], In-Kyung Cho[3], Chang-Ki Huh[2], Yong-Doo Kim[2*]

[1]*Department of Food Science and Biotechnology, Jeonnam State University, Damyang 57337, Korea*
[2]*Department of Food Science and Technology, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea*
[3]*Department of Food and Nutrition, Nambu University, Gwangju 62271, Korea*

곰취 추출물 첨가 발효유의 이화학적특성과 항산화활성 및 저장성 평가

조자용[1] · 정재희[2] · 박상준[2] · 나지훈[2] · 이철교[2] · 조인경[3] · 허창기[2] · 김용두[2*]
[1]전남도립대학교 식품생명과학과, [2]순천대학교 식품공학과, [3]남부대학교 식품영양학과

Abstract

In this study, milk samples were fermented following the addition of *Ligularia fischeri* extracts. The aqueous extracts were obtained from *L. fischer* grown in the open field (OL) or in a greenhouse (GL). The quality related properties, and antioxidant activity of the fermented milk were evaluated, and the effects of storage on the fermented samples were assessed. The time required for the fermented milk to reach pH 4.6 was approximately four hours in all samples. The titratable acidity of the samples was in the range of 0.5-1%. The number of lactic acid bacteria in the fermented milks made with *L. fischeri* GL extract was slightly higher than it was in milks samples fermented with *L. fischeri* OL extract. The Hunter Lab color (L) and redness (a) values of the samples were lower after fermentation, but their yellowness (b) increased with increasing amounts of *L. fischeri* extracts. The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity in milk fermented with 0.5%, 1%, 3%, and 8% *L. fischeri* OL extracts was higher than that in milk fermented with corresponding amounts of *L. fischeri* GL extract. However, the difference was not significant. DPPH activity in milk fermented with 5% *L. fischeri* GL extract was higher than it was in milk fermented with 5% *L. fischeri* OL extract. The pattern of 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonate) radical cation ($ABTS^{\cdot+}$) scavenging activity in the samples was similar to that observed during the DPPH assay. The pH and, titratable acidity, of the fermented samples were not significantly affected by storage, and the number of lactic acid bacteria in the stored and freshly fermented samples was similar.

Key words : gomchwi extract, fermented milks, quality characteristics, antioxidant activity, storage properties

서 론

21세기에 현대인들은 고령화 시대에 접어듦에 따라 건강에 대한 관심이 증가되고 있으며, 식생활의 다양화 및 고급화로 인하여 식품의 고영양성, 고품질화 및 기능성 향상을 위한 식품소재의 발굴 및 이용에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있다(1). 이러한 측면에서 영양성과 기능성이 높은 산채류에 대한 관심 및 이용도가 증가하고 있는 실정이다(2). 전 세계적으로 probiotics는 기능성 식품 시장의 60-70%를 차지하고 있으며, 그 종류도 매우 다양하게 출시되고 있다(3). 발효유는 우유 또는 탈지분유를 원료로 하여 유산균을 접종시켜 발효시키며, 발효과정 중에 유산균에 의해 lactic acid, peptone, peptides, oligosaccharides 등이 생성되며, 섭취 시 유산균은 장내로 유입된 후 장내 상피세포

*Corresponding author. E-mail : kyd4218@sunchon.ac.kr
Phone : 82-61-750-3256; Fax : 82-61-750-3208
Received 08 October 2018; Revised 22 February 2019; Accepted 19 March 2019.
Copyright ⓒ The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

에 착생하게 되어 면역 활성 증진, 병원성 미생물의 증식저해 등 사람의 인체기능에 유익한 효과를 발휘한다(4,5). 또한 발효유의 기능성과 기호도를 높이기 위해 녹차, 복분자즙, 옻씨, 백년초 등을 첨가한 발효유에 대한 연구가 활발하게 진행 되고 있다(6-8).

곰취(gomchwi, *Ligularia fischeri*)는 넓은 잎을 특징으로 하는 취나물의 일종으로 전국의 심산 수림이나 비옥 습유한 토양에서 자라는 국화과의 다년생 초본 식물이며, 한국을 비롯한 아시아 등지에 분포하고 있으며(9) 우리나라에서는 봄에 어린잎을 채취하여 주로 식용으로 이용되며, 한방에서는 뿌리를 캐서 말린 것을 호로칠(葫蘆七)이라 하며 가래를 제거하고 기침을 멎게 하고 항암, 항균작용을 하는 것으로 알려져 있다(10). 또한 polyphenol 화합물 및 flavonoids가 확인됨에 따라(11,12) 곰취의 생리활성에 관한 연구가 많이 진행되고 있으며, 영양적인 측면에서도 곰취는 무기질을 풍부하게 함유하고 있어 기능성 식품 소재로 활용가치가 높은 것으로 평가되고 있다(13). 곰취의 식품학적 특성을 보면 비타민 C, 섬유소와 Ca, K, Fe 등의 무기질 함량이 높으며, 곰취잎을 나물이나 샐러드 등으로 제조 시 관능성이 높다고 보고되었다(14). 또한 김치(15), 국수(16), 혼합양조간강(17), 설기떡(18), 인절미(19), 두부(20) 등 곰취를 이용한 다양한 식품개발 연구가 이루어지고 있으나 발효유에 접목한 연구는 이루어지지 않았다.

곰취는 현재 강원도 및 고산지대를 중심으로 자생지에서 직접 채취하거나 노지에서 보통재배의 형태로 주로 생산되고 있어 기후에 따른 품질의 차이로 인해 산업적으로 활용하기에는 어려운 점이 있다. 이에 반해 곰취의 하우스재배는 자생지 수확 및 노지재배에 비해 생력적이며, 소규모 면적에서 집약적 생산이 가능하고, 최적의 재배환경조절로 곰취의 생산성 및 품질과 기능성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다(21).

따라서 본 연구에서는 곰취 채취시기 및 재배환경에 따른 발효유를 제조하고 이화학적 특성과 항산화 활성 및 저장성 평가 등을 통해 곰취의 유제품 개발에 따른 소비촉진과 더불어 곰취의 하우스재배를 통한 대량생산과 대중화를 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

사용 재료

본 실험에 사용된 곰취는 노지(전남 화순군 북면 노기리 산 1)와 하우스(전남 담양군 고서면 성월리 349-1)에서 2017년 6월 19일에 채취한 시료를 사용하였다. 동결 건조하여 분쇄한 다음 -20℃에서 보관하면서 시료로 사용 하였다. 우유는 서울우유에서 생산된 1급 A를 구입하여 사용하였다.

곰취 추출물 및 발효유 제조

곰취 추출물 제조는 건조된 곰취 동결건조 분말 10 g에 20배의 증류수를 넣고 실온에서 24시간 추출한 후 추출액을 여과(Whatman No.2)하였다. 추출여액은 rotary vacuum evaporator(Büchi RE 121, BUCHI, Flawil, Switzerland)로 50℃ 수욕상에서 감압 농축 후 증류수 100 mL로 정용하여 발효유에 사용하였으며, 발효유 제조는 원유에 5% 설탕과 곰취 추출물을 0.5%, 1.0%, 3.0%, 5.0% 및 8.0% 농도별로 90℃에서 10분간 살균하고 40℃로 냉각하였다. 상업 유산균 starter(FD-DVS YOFLEX MILD 1.0 50U, Chr.Hansen, Horsholm, Denmark) 0.03%를 접종하고 40℃에서 4시간 동안 배양하면서 이화학적 특성과 항산화활성을 측정하였고, 제조된 발효유는 15일 동안 3일 간격으로 저장성을 확인하였다.

발효유 제조과정 중 품질 변화 측정

곰취 추출물을 함유한 발효유의 pH 변화는 pH meter(ATI ORION 940, Orion, Boston, MA, USA)로 측정하였고, 적정산도는 발효유 1 g에 증류수 9 mL를 가한 후 잘 혼합해 페놀프탈레인용액 3방울을 넣고 0.1 N NaOH로 중화하여 젖산계수(0.009)로 환산하였으며, 색도 변화는 색도계(Super Color Sp-80, Denshoku, Tokyo, JAPAN)를 이용하여 X=80.84, Y=82.22, Z=92.98인 표준 백색판(stanard white plate) 보정하여 사용하였으며, L(lightness)값, ±a(redness/greeness) 및 ±b(yellowness/blueness) 값으로 나타내었다. 유산균수의 변화는 시료 1 g을 채취하여 멸균수에 십진희석하여 Bromcresol purple agar 배지에 접종한 후 Standard Plate Count법으로 37℃에서 48시간 배양 후 형성된 colony 수를 측정하여 시료 1 mL 중의 colony forming unit(CFU)를 log 값으로 나타냈다.

일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC 표준분석법(22)에 따라 실시하였다. 수분은 105℃ 상압가열건조법, 회분은 550℃ 회화처리, 조단백질의 함량은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다.

무기성분 분석

무기성분은 건식분해법(23)으로 전처리하여 분석하였다. 곰취 발효유 0.5 mL를 칭량하여 550-600℃로 회화시킨 후 증류수 1 mL와 질산 0.5 mL를 가하여 heating plate에서 백연현상이 일어날 때 까지 가열 시킨 다음 질산 0.5 mL를 가한 후 증류수 100 mL로 정용하여 검액으로 하였다. 각 무기성분의 정량은 원자흡광비색계(Perkin Elmer Analyst 300, Perkin Elmer Co., Norwalk, CT, USA)로 각 원소의 표준용액 농도를 1, 3 및 5 ppm으로 조제하여 표준검량곡선을 작성하여 분석하였다.

1,1-Diphenyl-2-picryhydrazyl(DPPH) 자유 라디칼 소거 활성 측정

DPPH 자유 라디칼 소거활성은 Abe 등의 방법(24)에 따라 시료의 DPPH에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 일정 농도의 시료 2 mL에 2×10^{-4} M DPPH용액(dissolved in 99% methanol)을 1 mL 첨가하고, vortex mixing하여 37℃에서 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 흡수분광광도계를 사용하여 528 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 전자공여능(electron donating ability, EDA(%))으로 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 얻은 결과를 평균과 표준편차로 나타내었다.

2-2`-Azino-bis3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid(ABTS) 자유 라디칼 소거 활성 측정

ABTS 자유 라디칼 소거 활성 측정은 Re 등(25)의 방법에 따라 2.4 mM potassium persulfate 용액을 7 mM ABTS가 되도록 용해시킨 다음 암소에서 24시간 동안 반응 시켰다. ABTS solution을 형성 시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.70±0.02 가 되게 증류수로 희석하였다. 희석된 용액과 각 추출물을 1:1로 혼합 한 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

발효유의 저장 기간에 따른 품질 특성

곰취 추출물 첨가 발효유의 저장 기간에 따른 품질특성을 측정하기 위하여 발효 종료 이후의 발효유를 4℃에서 15일간 저장하며 3일 간격으로 총산도, pH 및 유산균수를 측정 하여 발효유의 저장특성을 측정하였다. 총산도, pH 및 유산균수 측정은 위의 발효유 제조과정 중 품질변화 측정 실험 방법과 동일하다.

통계분석

실험결과는 3회 반복 측정하여 SPSS program(26)을 사용하였고, mean±SD을 구하였으며 Duncan's multiple range test(27)로 시료간의 유의차를 다중 비교법으로 분석하였다. 독립된 두 집단의 평균값 비교는 두 표본 t-검정(two sample t-test)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

발효유 제조과정 중 품질 특성

노지재배 곰취와 하우스재배 곰취의 물 추출물을 0.5%, 1%, 3%. 5% 및 8%로 각각 첨가하여 제조한 발효유의 배양 시간에 따른 pH와 적정 산도의 변화는 Fig. 1과 같다. 발효유의 pH가 4.6으로 도달하는 배양 시간은 4시간 내외로 측정 되었다. 곰취 추출물 첨가 발효유의 pH 변화는 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유가 4.43-4.46으로 곰취 추출물을 첨가하지 않은 발효유 4.63과 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 4.47-4.71에 비해 pH가 전반적으로 낮게 나타났다. 곰취 첨가량에 따른 발효유의 pH 변화는 노지재배 곰취 발효유의 경우 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 보였으나 유의적 차이는 없었고, 하우스재배 곰취 발효유는 첨가량에 따른 유의적 차이를 보이지 않았다. 발효유의 적정 산도는 곰취 추출물을 첨가하지 않은 발효유의 경우 발효 4시간째에 0.64%였고, 하우스재배 곰취 발효유는 0.66-0.72%였으며, 노지재배 곰취 발효유는 0.64-0.77%로 노지재배 곰취 발효유의 적정 산도가 약간 높게 나타났다. 추출물 첨가량에 따른 산도는 하우스재배 곰취 발효유와 노지재배 곰취 발효유 모두 유의적 차이를 보이지 않았다. 일반적으로 발효유의 적정 산도 범위는 0.5-1% 기준으로 보고되어 있어(28) 본 연구에서 제조된 발효유의 경우 적정 산도 기준

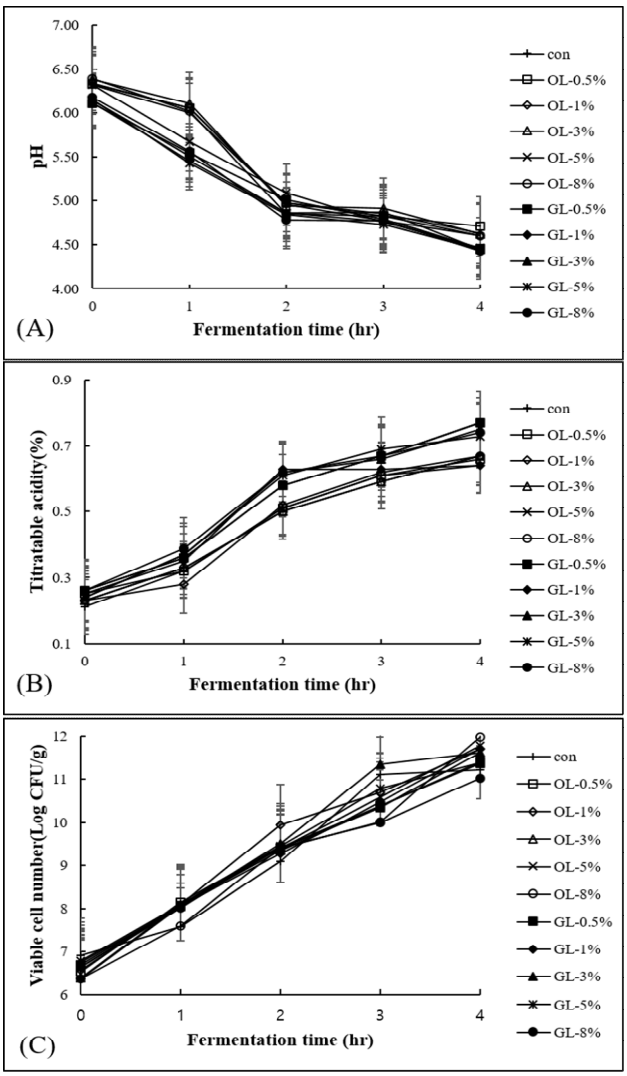

Fig. 1. Changes in quality characteristics according to fermentation time of milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts.

A, pH; B, titratable acidity; C, viable cell counts; +, Control, fermentation milk of non-*Ligularia fischeri* ; □, ◇, △, x, ○, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at open field; ■, ◆, ▲, *, ●, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at greenhouse.

에 적합한 것을 확인 하였다. 발효유의 배양시간에 따른 유산균수의 변화는 Fig. 2와 같다. 본 연구에서 제조된 발효유의 경우 모든 시료구에서 발효 4시간째에 1,011 CFU/mL 이상의 유산균수를 보여 발효유의 기준 규격(28)에 적합한 것을 확인하였다. 생육 환경에 따른 곰취 추출물 첨가 발효유의 유산균수를 보면 곰취 추출물을 첨가하지 않은 발효유는 발효 4시간째에 11.21 log CFU/mL 정도를 보였고, 하우스재배 곰취 발효유는 11.35-11.97 log CFU/mL 였으며, 노지재배 곰취 발효유는 11.01-11.70 log CFU/mL 로 노지재배 곰취 추출물 8% 첨가 발효유를 제외하고는 곰취 추출물을 첨가하지 않은 발효유에 비해 유산균 수가 높게 나타났다. 곰취 발효유의 유산균수는 하우스재배 곰취 발효유가 다른 시료구에 비해 약간 높게 나타났다. 곰취 추출물 첨가량에 따른 발효유의 유산균수는 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 경우 첨가량이 증가 할수록 유산균수가 약간 증가하는 경향을 보였고, 노지재배 곰취 발효유의 경우 이와 반대로 첨가량이 증가할수록 유산균수가 약간 감소하는 경향을 보였다.

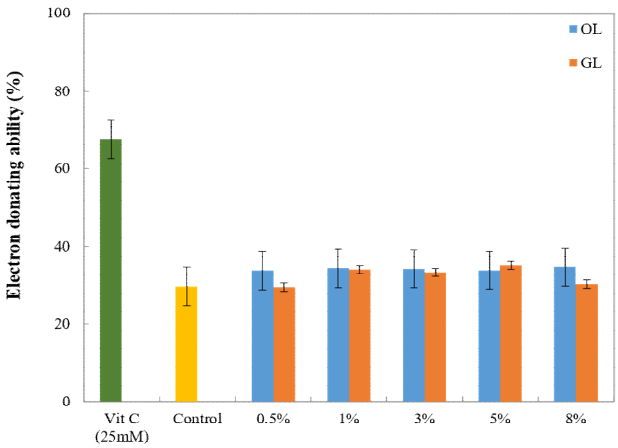

Fig. 2. Electron donating abilities of milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts.

Control, fermentation milk of non-*Ligularia fischeri*; OL, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at open field; GL, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at greenhouse; Mean±SD with different superscripts within the same bar are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test (a>b>c).

일반 성분 함량

생육 환경에 따른 곰취 물추출물을 0.5%, 1%, 3%. 5%, 8%로 첨가하여 제조한 발효유의 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 수분함량은 곰취를 첨가하지 않은 발효유의 86.36%에 비해 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 86.39-86.99%와 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 86.45-87.97%로 곰취 추출물 첨가 발효유의 수분 함량이 높게 나타났다. 곰취 추출물 첨가량에 따른 수분 함량은 하우스재배 곰취 추출물 8%첨가 발효유가 가장 수분 함량이 높게 나타났다. 그러나 t-test결과 노지재배 곰취 추출물과 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 집단 간 수분 함량은 유의적 차이를 보이지 않았다. 조단백질 함량은 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유는 3.00-3.37%로 곰취를 첨가하지 않은 발효유의 3.37%와 비슷한 함량을 보였으나 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유는 2.80-3.37%로 낮은 함량을 보였다. 노지재배 곰취 추출물과 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 집단 간의 차이는 p<0.05로 유의적 차이를 나타냈다. Kim과 Lee(29)의 구기자를 첨가한 호상요구르트의 조단백질 함량은 3.29-3.74%로 본 실험의 결과치와 유사한 결과값을 볼 수 있었다. 조지방 함량은 대조구와 노지재배 곰취 추출물 3%첨가 발효유가 가장 높게 나타났고, 노지재배 곰취 추출물과 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 집단 간의 유의적 차이는 보이지 않았다. 조회분 함량은 노지재배 곰취 추출물 1%첨가 발효유가 가장 높게 나타났으나 수분 함량과 조지방 함량처럼 노지재배 곰취 추출물과 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 집단 간의 유의적 차이는 보이지 않았다.

Table 1. The proximate composition of milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts

(unit: %)

Sample[1)]		Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Control		86.36±0.22[2)e3)]	3.37±0.20^{b}	3.47±0.12^{a}	0.57±0.02^{d}
OL	0.5%	86.19±0.10^{f}	3.37±0.20^{b}	3.37±0.06^{bc}	0.58±0.02^{d}
	1%	86.47±0.16^{d}	3.44±0.14^{a}	3.31±0.16^{c}	0.76±0.10^{a}
	3%	85.13±0.23^{f}	3.43±0.09^{a}	3.45±0.09^{a}	0.72±0.05^{b}
	5%	86.92±0.22^{a}	3.00±0.38^{d}	3.32±0.05^{c}	0.65±0.01^{c}
	8%	86.89±0.03^{ab}	3.23±0.01^{c}	3.37±0.08^{bc}	0.51±0.01^{e}
GL	0.5%	86.45±0.18^{d}	3.37±0.20^{b}	3.39±0.17^{b}	0.54±0.01^{d}
	1%	86.57±0.15^{c}	2.81±0.12^{e}	3.40±0.10^{b}	0.71±0.03^{b}
	3%	86.63±0.12^{b}	2.81±0.05^{e}	3.39±0.02^{b}	0.73±0.02^{ab}
	5%	87.14±0.14^{f}	2.80±0.03^{e}	3.36±0.10^{bc}	0.70±0.05^{b}
	8%	87.97±0.25^{a}	2.81±0.16^{e}	3.37±0.02^{bc}	0.52±0.02^{e}
t-value		-1.467	2.622*	-0.695	0.062

[1)]Control, fermentation milk of non-*Ligularia fischeri*; OL, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at open field; GL, fermented milks made with *Ligularia fischeri* grown at greenhouse.
[2)]All values are mean±SD.
[3)]Mean±SD with different superscripts within the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test (a>b>c>d>e>f).
*p<0.05.

무기 성분 함량

생육환경에 따른 곰취 물 추출물의 첨가량에 따른 발효유의 무기성분 함량은 Table 2와 같다. Ca 함량은 곰취 추출물 첨가군이 대조군(2.64±0.04 mg%)에 비해 유의하게 높았으며, 곰취 추출물 첨가 발효유 중 하우스재배 곰취 추출물 8% 첨가 발효유가 3.02±0.03 mg%로 노지재배 곰취 추출물 8% 첨가 발효유 2.90±0.05 mg%에 비해 높은 함량을 보였

다. 곰취 첨가량에 따른 발효유의 Ca 함량은 하우스재배 곰취 추출물 발효유와 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유 모두 첨가량이 증가할수록 Ca 함량은 높아졌다. P 함량은 무기성분 중 가장 높은 함량을 보였고, 곰취 추출물 첨가군에서 유의하게 높게 나타났으나 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유와 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 집단 간 유의적 차이는 보이지 않았다. 첨가량에 따른 발효유의 P 함량 또한 하우스재배 곰취 추출물 발효유와 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유 모두 추출물의 첨가량이 증가할수록 높아졌다. Na 함량 또한 대조군(2.24±0.02 mg%)이 가장 낮았으며, 8% 첨가한 발효유에서 2.68±0.07 mg%, 2.54±0.05 mg%로 높았으며, Mg 함량도 대조군에서 0.69±0.01 mg%이며, 8% 첨가한 군에서 0.77±0.04 mg%, 0.78±0.01 mg%로 나타났다. 곰취 첨가량이 증가 할수록 Ca, P, Na와 Mg의 함량이 높아지는 경향을 보였고, 이러한 결과를 통해 곰취를 발효유 소재로의 이용은 바람직할 것으로 판단된다.

Table 2. The content of minerals in milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts

(Unit : mg%)

Sample[1)]		Ca	P	Na	Mg
Control		2.64±0.04[2)e3)]	3.20±0.02[h]	2.24±0.02[e]	0.69±0.1[c]
OL	0.5%	2.66±0.01[e]	3.31±0.01[gh]	2.29±0.02[e]	0.69±0.01[c]
	1%	2.65±0.01[e]	3.40±0.05[f]	2.35±0.01[d]	0.72±0.01[bc]
	3%	2.81±0.02[c]	3.77±0.02[d]	2.39±0.03[d]	0.73±0.02[bc]
	5%	2.83±0.01[c]	3.86±0.03[c]	2.45±0.02[c]	0.77±0.02[a]
	8%	2.90±0.05[b]	4.19±0.07[a]	2.68±0.07[a]	0.77±0.04[a]
GL	0.5%	2.64±0.02[e]	3.26±0.02[h]	2.24±0.01[e]	0.71±0.02[c]
	1%	2.71±0.03[d]	3.37±0.02[g]	2.26±0.03[e]	0.70±0.01[c]
	3%	2.84±0.03[c]	3.47±0.02[f]	2.38±0.03[d]	0.75±0.04[b]
	5%	2.91±0.01[b]	3.63±0.04[e]	2.45±0.05[c]	0.74±0.03[b]
	8%	3.02±0.03[a]	4.06±0.05[b]	2.54±0.05[b]	0.78±0.01[a]
t-value		-0.642	0.697	0.659	0.00

[1)]Control, fermentation milk of non-*Ligularia fischeri*; OL, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at open field; GL, fermented milks made with *Ligularia fischeri* grown at greenhouse.
[2)]All values are mean±SD.
[3)]Mean±SD with different superscripts within the same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test (a>b>c>d>e>f>g>h).

색 도

생육환경에 따른 곰취 추출물을 0.5%, 1%, 3%. 5% 및 8%로 각각 첨가하여 제조한 발효유의 색도를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 노지재배 곰취 추출물과 하우스재배 곰취 추출물의 0.5%, 1%, 3%, 5% 및 8% 첨가군의 발효 후 명도는 각각 97.59, 90.77, 88.17, 86.48 및 87.31과 91.24, 89.48, 84.32, 81.19 및 80.62로 곰취 추출물의 첨가량 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 적색도 또한 곰취 추출물의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보여 8% 첨가군에서 가장 낮은 값을 나타냈다. 황색도는 곰취 추출물 첨가량에 따라 유의적으로 증가하여 대조군은 2.80으로 가장 낮은 값을 나타냈으며 8% 첨가군에서 8.60, 11.93으로 가장 높게 나타났다. 뽕잎추출액(30)을 첨가한 발효유의 연구에서도 뽕잎추출액 첨가량이 증가함에 따라 명도와 적색도는 낮아졌으며, 황색도는 증가한다고 보고하였다. 이는 뽕잎추출액 자체의 색도 때문이라고 사료되어지며, 본 연구에서도 유사한 경향을 나타내었다.

Table 3. The Hunter's color value in milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts

Sample[1)]		Hunter's color		
		L	a	b
Control		92.66±0.04[2)a3)]	-0.42±0.03[ab]	2.80±0.15[g]
OL	0.5%	91.59±0.05[ab]	-0.40±0.06[ab]	3.65±0.06[f]
	1%	90.77±0.14[b]	-0.91±0.03[b]	4.27±0.12[e]
	3%	88.17±0.07[c]	-1.57±0.13[c]	5.50±0.13[d]
	5%	86.48±0.37[cd]	-2.44±0.18[d]	7.76±0.14[c]
	8%	87.31±0.51[c]	-3.08±0.12[e]	8.60±0.12[c]
GL	0.5%	91.24±0.06[ab]	-0.12±0.11[a]	3.49±0.03[f]
	1%	89.48±0.45[b]	-0.80±0.36[b]	5.32±0.31[d]
	3%	84.32±0.32[d]	-2.96±0.04[de]	9.21±0.21[b]
	5%	81.19±0.39[e]	-3.79±0.06[f]	11.28±0.21[a]
	8%	80.62±0.03[e]	-3.95±0.09[f]	11.93±0.13[a]
t-value		1.476	0.695	-1.195

[1)]Control, fermentation milk of non-*Ligularia fischeri*; OL, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at open field; GL, fermented milks made with *Ligularia fischeri* grown at greenhouse.
[2)]All values are mean±SD.
[3)]Mean±SD with different superscripts within the same column are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test (a>b>c>d>e>f).

DPPH 자유 라디칼 소거 활성

생육환경에 따른 곰취 추출물을 0.5%, 1%, 3%. 5% 및 8% 등으로 첨가하여 제조한 발효유의 항산화 활성을 평가하기 위하여 DPPH free radical 소거 활성을 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 2와 같다. DPPH free radical 소거능 분석 결과, 발효 후 대조구 보다 하우스재배 곰취 추출물 0.5% 첨가 발효유를 제외한 곰취 추출물 첨가 실험군에서 DPPH free radical 소거능 값이 유의적으로 증가한 것을 확인하였다. 이러한 결과는 곰취 추출물의 DPPH free radical 소거 활성 효과와 유산균의 젖산 발효에 의해 생성된 대사물질과 젖산 등에 의한 작용으로 보여지며 녹차(31)를 첨가한 발효유의 DPPH free radical 소거 활성이 증가한 결과와 일치하였다. 곰취 추출물 첨가 발효유의 DPPH free radical 소거 활성의 경우 노지재배 곰취 추출물 0.5%, 1%, 3%, 8% 첨가

발효유가 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유 보다 높은 활성을 보였지만 0.5% 첨가 발효유를 제외하고는 유의적 차이가 없었고, 하우스재배 곰취 추출물 5% 첨가 시료구의 경우 노지재배 곰취 추출물 5% 첨가 시료구 보다 높은 활성을 보였다.

ABTS 자유 라디칼 소거 활성

생육환경에 따른 곰취 추출물 첨가 발효유의 ABTS radical cation scavenging 활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. ABTS radical cation scavenging 활성을 측정한 결과에서도 DPPH free radical 소거 활성과 같이 곰취 추출물 첨가 시료구에서 대조구(44.68%)보다 높은 활성을 나타내었으며 곰취 추출물 첨가량이 증가할수록 값이 증가하는 것을 확인하였다. Cho 등(32)은 녹차 첨가량이 증가할수록 ABTS radical cation scavenging 활성이 증가한 이유는 녹차에 함유된 catechins 성분일 가능성이 높다고 보고하였으며, 녹차의 항산화 활성은 catechins와 다량의 flavonoid 등에 의해 상당 부분 결정된다고 보고하였다. 곰취의 경우는 페놀 성분의 화합물로 3,4-Di-O-caffeoylquinic acid(3,4-DCQA)가 곰취 잎으로부터 다량 분리되었고, 높은 항산화활성을 나타낸다고 보고하고 있다(11). 3,4-di-O-caffeoylquinic acid(3,4-DCQA) 성분 외에도 다량의 flavonoid 등의 다양한 항산화 활성 물질들을 함유하고 있어 높은 항산화력을 나타내므로(12) 곰취 추출물 첨가 발효유의 항산화 활성을 증가시킨 것으로 판단된다. 노지재배와 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 ABTS radical cation scavenging 활성은 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유가 하우스재배 곰취 추출물 1% 첨가 발효유를 제외하고는 약간 높은 활성을 보였다.

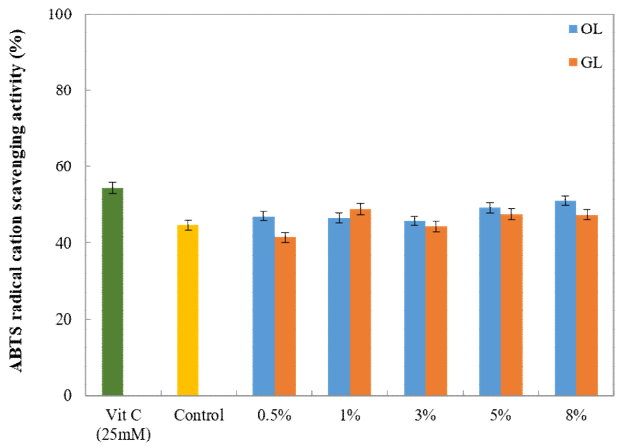

Fig. 3. ABTS radical cation scavenging activities of milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts

Control, fermentation milk of non-*Ligularia fischeri*; OL, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at open field; GL, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at greenhouse; Mean±SD with different superscripts within the same bar are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test (a>b>c>d).

발효유의 저장 기간에 따른 품질 특성

발효유를 4℃에서 냉장저장하며 3일 간격으로 저장기간에 따른 pH, 적정산도 및 유산균수 변화는 Fig. 4와 같다. 저장기간에 따른 pH 및 적정산도 변화는 모든 처리군에서 저장기간 경과에 따른 유의적인 변화가 나타나지 않아 저장 1일차에서부터 15일이 지난 후에도 발효 완료 직후의 pH, 적정산도 값과 비슷한 수치를 유지하였다. 하지만 곰취 추출물 첨가 발효유의 유산균수 측정 결과는 저장기간이 증가함에 따라 유산균수가 대조구와 처리구 모두에서 감소하는 경향이 나타났다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 저장 9일 까지 10^{10} CFU/mL 이상으로 유산균수를 유지하였으나, 12일 이후에는 10^{9} CFU/mL이하로 감소하였다. 우리나라 발효유의 품질 규격에서 액상 발효유의 적정 유산균수는 10^{8}

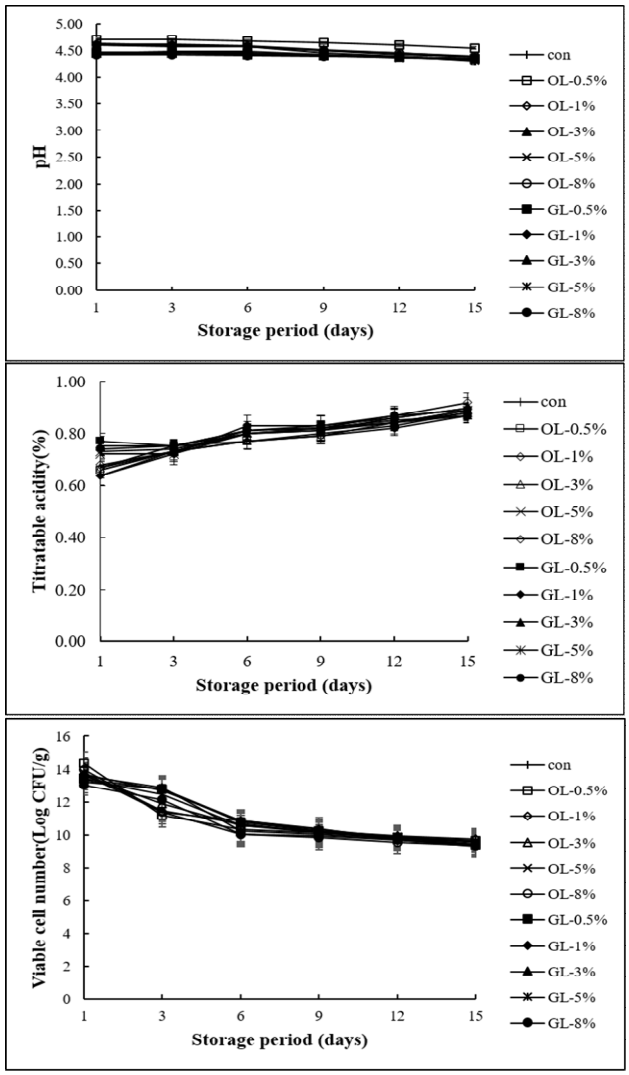

Fig. 4. Changes in quality characteristics according to storage period of milk fermented with *Ligularia fischeri* extracts.

A, pH; B, titratable acidity; C, viable cell counts; +, Control, fermentation milk of non-*Ligularia fischeri*; □, ◇, △, x, ○, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at open field; ■, ◆, ▲, *, ●, fermented milks added with *Ligularia fischeri* grown at greenhouse.

CFU/mL 이상으로 기준으로 하고 있다(28). 곰취 첨가 발효유의 저장 15일간 유산균수를 측정한 결과는 10^9 CFU/mL 범위로 품질 규격에 적합한 저장성을 갖는 것을 확인하였다.

이상의 결과 곰취 첨가 발효유가 곰취를 첨가하지 않은 대조구에 비해 품질이 높아지는걸 확인하였다. 재배 방법에 따른 발효유의 품질은 하우스재배 곰취 발효유가 노지재배 곰취 발효유에 비해 유산균수가 약간 높게 나타났지만, 항산화활성 실험 결과에서는 노지재배 곰취 발효유가 약간 높게 나타났지만 곰취 추출물 1, 3, 및 5% 첨가 시료구에서는 유의적 차이를 보이지 않았으며, 곰취 추출물 5% 첨가 시료구에서는 DPPH 자유라디칼소거활성이 약간 높았다. 앞서 설명한 바와 같이 곰취의 하우스재배는 노지재배에 비해 생력적이며, 소규모 면적에서 집약적 생산이 가능하고, 최적의 재배환경조절로 곰취의 생산성을 높이고, 품질을 유지할 수 있는 장점이 있다. 본 연구의 발효유 제품 적용 실험결과에서 보면 하우스재배 곰취의 활용 가능성이 확보 되었다고 판단되며, 제품의 산업화에 활용하기에는 하우스재배 곰취가 적합할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서는 곰취 재료별에 따른 발효유를 제조하고 이화학적 특성과 항산화 활성 및 저장성 평가 실시하였다. 발효유의 pH가 4.6으로 도달하는 배양 시간은 모든 시료구가 4시간 내외로 측정 되었다. 적정 산도는 0.5-1%내 범위로 적정 산도 기준에 적합한 것을 확인 하였다. 재배 방법에 따른 곰취 발효유의 유산균수는 하우스재배 곰취 발효유가 다른 시료구에 비해 약간 높게 나타났다. 발효유의 수분 함량은 t-test결과 노지재배 곰취 추출물과 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 집단 간 수분 함량은 유의적 차이를 보이지 않았다. 조단백질 함량은 노지재배 곰취 추출물과 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유의 집단 간의 차이는 $p<0.05$로 유의적 차이를 나타냈다. 조지방 함량은 모든 시료구에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 무기성분은 곰취 첨가량이 증가 할수록 Ca, P, Na와 Mg의 함량이 높아지는 경향을 보였다. 색도는 곰취 추출물 첨가량이 증가함에 따라 명도와 적색도는 낮아졌으며 황색도는 증가하였다. DPPH free radical 소거 활성의 경우 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유가 0.5%, 1%, 3%, 8% 첨가구에서 하우스재배 곰취 추출물 첨가 발효유 보다 높은 활성을 보였지만 0.5% 첨가 발효유를 제외하고는 유의적 차이가 없었고, 하우스재배 곰취 추출물 5% 첨가 시료구의 경우 노지재배 곰취 추출물 5% 첨가 시료구 보다 높은 활성을 보였다. ABTS radical cation scavenging 활성은 노지재배 곰취 추출물 첨가 발효유가 하우스재배 곰취 추출물 1% 첨가 발효유를 제외하고는 약간 높은 활성을 보였다. 저장기간에 따른 발효유의 pH 및 적정산도 변화는 모든 군에서 저장기간 경과에 따른 유의적인 변화가 나타나지 않았고, 곰취 첨가 발효유의 저장 15일간 유산균수를 측정한 결과는 10^9 CFU/mL 범위로 품질 규격에 적합한 저장성을 갖는 것을 확인 하였다.

감사의 글

이 논문은 2018년 순천대학교 학술연구비 Ⅲ로 연구되었습니다. 이에 감사드립니다.

References

1. Hong JY, Cha HS, Shin SR, Jeong YJ, Youn KS, Kim MH, Kim NW (2007) Optimization of manufacturing condition and physicochemical properties for mixing beverage added extract of *Elaeagnus multiflora* Thunb. fruits. Korean J Food Preserv, 14, 269-275
2. Kim DJ (2015) Quality characteristics and physiological activities of Jangachi using mountain herbs. MS Thesis, Andong National University, Korea, p 4
3. Mohammadi R, Sohrabvandi S, Mortazavian A (2012) The starter culture characteristics of probiotic microorganisms in fermented milks. Eng Life Sci, 12, 399-409
4. Anderson JW, S.E. Gilliland (1999) Effect of fermented milk(yogurt) containing *Lactobacillus acidophilus* L1 on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans. J Am Coll Nutr, 18, 43-50
5. Leroy F, De vuyst L (2004) Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. Trends Food Sci Technol, 15, 67-78
6. Lee JH, Hwang HJ (2006) Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* Miquel juice. Korean J culinary Res, 12, 195-205
7. Jin HY, Choi YJ, Moon HJ, Jeong JH, Nam JH, Lee SC, Huh CK (2016) Antioxidant activities of *Rhus verniciflua* seed extract and extract and quality characteristics of fermented milk containing *Rhus verniciflua* seed extract. Korean J Food Preserv, 23, 825-831
8. Lee JY, Bae HC (2009) Preparation of fermented milk added with powder of *Opuntia ficus-indica* var. saboten and Its sensory characteristics. J East Asian Soc Dietary

Life, 19, 967-974
9. Choi J, Kim WB, Nam JH, Park HJ (2007) Anti-diabetic effect of the methanolic extract of *Ligularia stenocephala* leaves in the streptozotocin-induced rat. Korean J Plant Res, 20, 362-366
10. Kang BH (2012) Korean natural resource plants. Korean Studies Information Co, Paju, Korea, p 52
11. Shang YF, Kim SM, Song DG, Pan CH, Lee WJ, Um BH (2010) Isolation and identification of antioxidant compounds from *Ligularia fischeri*. J Food Sci, 75, 530-535
12. Kim SM, Jeon JS, Kang SW, Jung YJ, Ly LN, Um BH (2012) Content of antioxidative caffeoylquinic acid derivatives in field-grown *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz and responses to sunlight. J Agric Food Chem, 60, 5597-5603
13. Kim GN, Cho MS, Kwon KW (2010) Analysis growth performance and ascorbic acid contents of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*, *Ligularia fischeri*, and *L. stencocephala* under changing light intensity. J Korean For Soc, 99, 68-74
14. Cho SD, Kim GH (2005) Food product development and quality characteristics of *Ligularia fischeri* for food resources. Korean J Food Preserv, 12, 43-47
15. Lee SY (2010) Fermentative characteristics, health functional activity, and quality evaluation of *Ligularia fischeri* and *Spinacia oleracea* Kimchis. MS Thesis, Catholic University, Korea, p 1-183
16. Park BH, Joo HM, Cho HS (2014) Quality characteristics of dried noodles added with *Ligularia fischeri* powder. Korean J Food Culture, 29, 205-211
17. Kang IJ, Ham SS, Chung CK, Lee SY, Oh DH, Do JJ (1999) Production and characteristics of fermented soy sauce from mountain herbs. Korean J Food Sci Technol, 31, 1203-1210
18. Kang YS, Kim JS (2011) Quality characteristics of Sulgidduk supplemented with *Ligularia fischeri* powder. J East Asian Soc Dietary Life, 21, 277-283
19. Choi SR (2014) Physicochemical properties of chwi-namul and quality characteristics of Injeulmi containing different ratio of Chwi-namul (*Aster scaber, Ligularia fischeri, Synurus deltoids*). Ph D Thesis, Sejong University, Korea, p 1-161
20. Park BH, Kim M, Jeon ER (2013) Quality characteristics of Tofu added *Ligularia fischeri* powder. J Korean Soc Food Culture 28, 495-501
21. Cho JY (2018) Physiological activities according to seasonal materials of *Ligularia fischeri* and qualitative characteristics of fermented milk for food ingredients. Ph D Thesis, Sunchon National University, Korea, p 72-73
22. AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. p 1-26
23. KFDA (2007) Anqlytical method guideline about validation of drug and etc. Korea Food & Drug Administration, Osong, Korea, p 1267
24. Abe N, Nemoto A, Tsuchiya Y, Hojo H, Hirota A (2000) Study of the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging mechanism for a 2-pyrone compound. Biosci Biotechnol Biochem, 64, 306-313
25. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biol Med, 26, 1231-1237
26. Heo MH, Yang GS (2001) SPSS multivariate data analysis. SPSS Academy, Seoul, Korea
27. Duncan, D. B (1995) Multiple range and multiple F test. Biometrics, 11, 1-42
28. Lee KC, Lee SG, Lee U, Noh HS, Lee JH (2016) Several factors affecting seed emergence, seedling quality and survival of potted seedling on *Ligularia fischeri*. J Korean For Soc, 105, 63-72
29. Kim JW, Lee JY (1997) Preparation and characteristics of yoghurt from milk added with box thorn(*Licium chinensis* Miller). Kor J Diary Sci, 19, 189-200
30. Anh CS, Yuh CS, Bang IS (2009) Physicochemical characteristics of fermented milk containing mulberry leaf extract. Korean J Food Nutr, 22, 272-278
31. Yeo SB, Yeo SH, Park HD (2017) Quality characteristics, antioxidant activity and storage properties of fermented milk added with green tea powder. Kor J Food Preserv, 24, 576-584
32. Cho JY, Jo YL, Son GH, Kim SJ, Ma SJ, Moon JH, Park KH (2014) Manufacture of green tea-Makgeolli and its free radical-scavenging activity. J Kor Tea Soc, 20, 71-76